

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



⑪ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 12 869 A 1**

⑥ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 62 D 15/02**  
G 01 B 7/30  
G 01 B 11/26  
G 01 B 21/22

⑲ Aktenzeichen: 197 12 869.6  
⑳ Anmeldetag: 27. 3. 97  
㉑ Offenlegungstag: 1. 10. 98

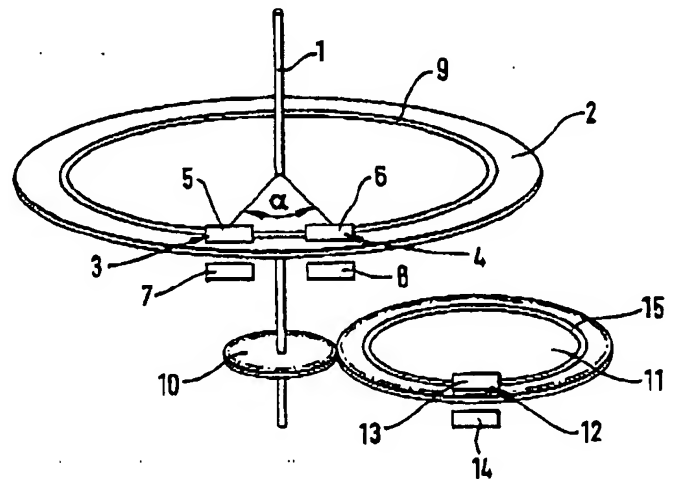
- ⑦ Anmelder:  
ITT Mfg. Enterprises, Inc., Wilmington, Del., US
- ⑧ Vertreter:  
Portwich, P., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 60488 Frankfurt
- ⑨ Erfinder:  
Benz, Jürgen, 74354 Besigheim, DE; Hehl, Thomas,  
74321 Bietigheim-Bissingen, DE
- ⑫ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:
- |    |               |
|----|---------------|
| DE | 195 08 834 C2 |
| DE | 41 37 092 C2  |
| DE | 39 08 854 C2  |
| DE | 195 32 903 A1 |
| DE | 195 20 299 A1 |
| DE | 195 06 938 A1 |
| DE | 195 08 019 A1 |
| DE | 44 40 214 A1  |

DE	44 13 098 A1
DE	44 08 892 A1
DE	42 43 778 A1
DE	42 28 719 A1
DE	40 22 837 A1
DE	39 07 442 A1
DE	39 03 359 A1
EP	03 77 097 B1

DREWS, Reinhard, FLECHTNER, Horst: Entwicklung  
eines digitalen Lenkwinkelsensors auf  
Induktivbasis. In: F & M 101, 1993, 10,  
S.381-384;  
JP Patents Abstracts of Japan:  
1-320429 A., P-1019, March 9, 1990, Vol. 14, No. 128;  
6- 18255 A., P-1728, April 18, 1994, Vol. 18, No. 216;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤ Lenkwinkelsensorsystem mit erhöhter Redundanz
- ⑥ Die Erfindung betrifft ein Lenkwinkelsensorsystem mit erhöhter Redundanz zur Erhöhung der Fehlerfreiheit der gemessenen Ergebnisse. Um die bei Steer by Wire oder anderen Regelsystemen innerhalb eines Kraftfahrzeugs benötigte hohe Sicherheit in der Ermittlung der gemessenen Lenkwinkelergebnisse zu erreichen, wird vorgeschlagen, mehrere Sensoren (3, 4, 12) parallel zu betreiben und bei festgestellter Fehlerhaftigkeit eines Sensors das Meßergebnis eines anderen fehlerfreien Sensors auszuwerten. Vorteilhaftes Weiterbildungen beschäftigen sich mit der Zuordnung mehrerer Sensorköpfe zu einer Codespur sowie der Anwendung unterschiedlicher physikalischer Meßverfahren innerhalb des gleichen Sensorsystems sowie die Verwendung von Sensoren mit abweichender Meßgenauigkeit.



DE 197 12 869 A 1

## DE 197 12 869 A 1

1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Lenkwinkelsensorsystem, bei der der Lenkwinkel eines Fahrzeugs festgestellt und einem übergeordneten System als Eingangssignal zur Verfügung gestellt wird. Als Lenkwinkel ist hier in erster Linie die Winkelstellung des Lenkrads und damit des Lenkstocks eines Kraftfahrzeugs zu verstehen. Dieser Lenkwinkel ist wieder eng gekoppelt mit der Winkelstellung der steuernden Vorderräder des Fahrzeugs. Da diese Winkelstellung wiederum ein wesentlicher Parameter für die Regelung der Fahrdynamik ist, haben Lenkwinkelsensoren eine wichtige Funktion bei der Fahrdynamikregelung von Kraftfahrzeugen erlangt. Ein derartiger Lenkwinkelsensor ist beispielsweise in der DE-OS 185 32 903.1 (P 7970) beschrieben. Bei diesem vorgeschlagenen Lenkwinkelsensor sind mehrere Spuren vorgesehen, durch deren parallele Auswertung sich der jeweilige Lenkwinkel recht genau angeben läßt. Treten bei dem beschriebenen Lenkwinkelsensor Fehlmessungen auf, so wird die nachgeschaltete Fahrdynamikregelung abgeschaltet, so daß sich das Fahrzeug ebenso steuern läßt, wie ein Fahrzeug, welches keine Fahrdynamikregelung besitzt. Es gibt Überlegungen, den Lenkwinkelsensor auch zur Einstellung der Winkelstellung der Fahrzeugräder einzusetzen (Steer by Wire). Dabei wird der Winkel des Lenkrades festgestellt und durch einen örtlichen Antrieb im Bereich der lenkenden Räder zur Einstellung von deren Winkelstellung ausgewertet. Die mechanische Kopplung von Lenkrad und Vorderräder entfällt dabei. Der Ausfall der Lenkung stellt ein erheblich größeres Unfallrisiko als der Ausfall der Fahrdynamikregelung eines Fahrzeugs dar.

Die Erfindung geht daher aus von einem Lenkwinkelsensorsystem der sich aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ergebenden Gattung. Aufgabe der Erfindung ist es, ein derartiges System erheblich stärker gegen Fehlfunktionen abzusichern, als dies bei den bekannten Lenkwinkelsensorsystemen der Fall ist. Die Aufgabe wird durch die sich aus dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 ergebende Merkmalskombination gelöst. Die Erfindung besteht im Prinzip also darin, zumindest wirkungsmäßig zwei parallel arbeitende Sensoren vorzusehen, wobei zumindest einer auf seine fehlerfreie Arbeitsweise überprüft wird, wobei beim Feststellen von Fehlern das Ausgangssignal des Sensorsystems durch die Meßergebnisse des anderen Sensors bestimmt wird. Dabei kann die Fehlerüberprüfung durch Plausibilitätsüberprüfungen nur der Signale eines einzigen Sensors vorgenommen werden. Es können aber auch gemäß Anspruch 1 zwei Sensoren voneinander getrennt durch voneinander unabhängige Fehlerüberwachungsverfahren auf ihre Fehlerfreiheit überprüft werden. Das hat den Vorteil, daß beim Auftreten eines Fehlers an einem der beiden Sensoren der Fehler sofort gemeldet werden kann, auch dann, wenn der Fehler an dem Stand-by-Sensor und nicht an dem gerade aus gewerteten Sensor auftritt.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Winkelsignale beider Sensoren parallel auszuwerten und miteinander zu vergleichen. Auch hier läßt sich durch festgestellte Differenzen in den Meßergebnissen der beiden Sensoren relativ schnell auf einen Fehler schließen. Bei der Verwendung von drei Sensoren ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß die zwei übereinstimmende Ergebnisse liefernden Sensoren fehlerfrei arbeiten. Besitzt man nur zwei Sensoren, so wird man durch Fehlersuchstrategien an dem oder den einzelnen Sensoren feststellen, welcher der beiden Sensoren nicht ordnungsgemäß arbeitet.

Insbesondere dann, wenn die beiden Sensoren nicht mit der gleichen Genauigkeit arbeiten, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach An-

2

spruch 3. Der Vorteil ist, daß der Sensor mit der größeren Auflösung der Meßergebnisse so lange ständig hinsichtlich des nachgeordneten Systems ausgewertet wird, bis seine Fehlerhaftigkeit feststeht. Erst dann wird die Auswertung auf den weniger genau arbeitenden Sensor umgeschaltet, so daß in diesem Fall immer noch, wenn auch weniger genaue Meßergebnisse des Lenkwinkels vorliegen. Vorteilhaft ist dabei, daß der Ersatzsensor erheblich preiswerter sein kann als der Hauptsensor. Die unterschiedliche Genauigkeit in der Messung der einzelnen Sensoren kann auch auf Merkmalen beruhen, wie sie in Anspruch 4 aufgeführt sind. Danach arbeiten die einzelnen Sensoren nach unterschiedlichen physikalischen Meßprinzipien. Der Vorteil hierbei besteht darin, daß bei Auftreten bestimmter Störeinflüsse in der Regel nur ein bestimmtes physikalisches Meßprinzip betroffen ist. So ist beispielsweise bei Verschmutzung zu befürchten, daß ein optisch arbeitender Sensor fehlerhaft arbeitet. Dies gilt aber dann nicht für einen auf einem magnetischen Meßprinzip parallel arbeitenden Sensor. Während nun die Sensoren selbst mit Fehlersuchstrategien ausgerüstet werden können, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 5. Danach wird die Überwachung auf Fehler neben der Auswertung der Winkelmeßsignale auch gleichzeitig von der gemeinsamen Steuereinheit übernommen. Ein Vorteil hierzu besteht insbesondere darin, daß auch Fehler mitbewertet werden, die auf dem Übertragungsweg zwischen Sensor und Steuereinheit auftreten können. Während es an sich theoretisch nur darauf ankommt, daß die Sensoren gegenüber dem Markierungsträger eine relative Winkelbewegung durchführen, die der Lenkwinkelbewegung entspricht, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 6. Danach werden die Sensoren ortsfest gehalten und die Markierungsträger drehen sich in Abhängigkeit von der Drehung des Lenkstocks bzw. Lenkrads. Der Vorteil besteht im wesentlichen darin, daß die Stromversorgung der Sensorköpfe erheblich vereinfacht wird, während die Markierungen auf dem Markierungsträger in der Regel nicht mit Energie versorgt werden müssen.

Für das Meßverfahren der einzelnen Sensorköpfe empfehlen sich eine Reihe von Meßverfahren, wobei diese bei der Verwendung mehrerer Sensorköpfe derart miteinander kombiniert werden können, daß einzelnen Sensorköpfen unterschiedliche Meßverfahren zugeordnet werden. Es versteht sich, daß die Markierungen auf dem Markierungsträger dem jeweiligen Meßverfahren des zugehörigen Sensors angepaßt sein müssen. Dabei sind hinsichtlich der anzuwendenden Meßverfahren insbesondere optische und magnetische Verfahren zu empfehlen. Es können aber auch ohmsche Verfahren verwendet werden, bei denen eine Widerstandsspur abgetastet wird, wobei der fließende Strom der Länge der Spur und damit der Winkelstellung des Markierungsträgers entspricht. Selbstverständlich muß dabei dafür gesorgt werden, daß der Widerstand auch mit der Zunahme des Lenkwinkels stetig ansteigt, was durch eine entsprechende Unterbrechung einer ggf. kreisförmigen Spur an geeigneter Stelle erreicht wird. Es sind aber auch andere Verfahren denkbar und ggf. in Kombination anwendbar, wie beispielsweise induktive Meßverfahren oder kapazitive.

Bei dem induktiven Verfahren werden in der Regel sogenannte Resolver eingesetzt.

Um die Auswertung zu vereinfachen, empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 8. Dabei können beispielsweise die Winkelsignale der nach gleichem Meßprinzip arbeitenden Sensoren im Zeitmultiplex mit den gleichen Verarbeitungsmitteln in der Steuereinrichtung ausgewertet werden. Mechanisch ergibt sich dadurch eine Vereinfachung, daß nicht mehrere

## DE 197 12 869 A 1

3

Markierungsträger notwendig sind, sondern nur ein einziger mehreren Sensorköpfen zugeordnet ist. Eine weitere Vereinfachung läßt sich durch die Merkmalskombination nach Anspruch 9 erreichen. Dabei tasten mindestens zwei Sensorköpfe um einen vorgegebenen Winkel versetzt die gleiche Markierungsspur ab, so daß bei Fehlerfreiheit die Meßergebnisse um einen vorgegebenen Winkelbeitrag abweichen müssen. Dieser Betrag läßt sich bei der Verarbeitung in der Steuereinheit ohne Schwierigkeiten berücksichtigen, so daß die Meßergebnisse der Sensorköpfe ohne weiteres miteinander verglichen und zum Feststellen von Fehlern ausgewertet werden können. Als Vorteil ergibt sich dabei, daß der Markierungsträger sehr viel kleiner ausgestaltet sein kann und daß die Meßergebnisse der beiden Sensorköpfe sehr viel leichter miteinander vergleichbar sind.

Als praktikabel hat sich insbesondere die Verwendung von Sensorköpfen gemäß der Merkmalskombination nach Anspruch 10 erwiesen.

Speziell bei der Messung des Umdrehungswinkels des Lenkrads ergibt sich das Problem, daß mit Hilfe der bekannten Sensorköpfe der absolute Winkel einer einzigen Umdrehung des Lenkrads also von 360 Grad relativ einfach gemessen werden kann. Es ist aber zu berücksichtigen, daß dabei noch nicht die Anfangsstellung des Lenkrades beim Einschalten der Messung bekannt ist und daher die Meßergebnisse mehrdeutig sind.

Setzt sich dabei der insgesamt mögliche Drehwinkel des Lenkrades aus mehreren Umdrehungen zusammen, so ist somit unklar, auf welche Umdrehung sich der gemessene Winkelwert bezieht. Hier kann in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung eine Merkmalskombination nach Anspruch 11 Abhilfe schaffen, indem eine gesonderte Einrichtung vorgesehen wird, die zur Feststellung der bereits zurückgelegten Umdrehungen bzw. der beim Einschalten des Systems eingenommenen Umdrehung dient. Hierzu kann beispielsweise ein Schrittschaltwerk dienen, wie er in der DE-OS 196 01 965.5 (P 8636) beschrieben ist. Dieses Schrittschaltwerk zählt ausschließlich die zurückgelegten Umdrehungen in beiden Richtungen. Eine andere Möglichkeit beschreibt die Merkmalskombination der vorliegenden Anmeldung nach Anspruch 11, indem die abgetastete Markierung sich über mehrere Umdrehungen erstreckt. Diese einzelnen Umdrehungen können ringförmig ineinander verschachtelt sein, können aber auch spiralförmig ineinander übergehen, wie dies bereits im Zusammenhang mit der DE-OS 196 38 911.9 (P 8781) erläutert wurde. Es ist aber auch ein Sensor denkbar, welcher in radialer Richtung gegenüber den tangential abgetasteten Codespuren verschiebbar ist, wobei die Radialbewegung von der gerade abgetasteten Umdrehung des Lenkrades abhängt. Wählt man einen zusätzlichen Sensor, dessen Markierungsträger in seiner Umdrehungsgeschwindigkeit gegenüber der Umdrehungsgeschwindigkeit des Lenkstocks um einen gewissen Faktor durch ein Getriebe herabgestuft ist, so empfiehlt sich in Weiterbildung die Merkmalskombination nach Anspruch 12. Bei der Herunterstufung des Getriebes ist darauf zu achten, daß die Umdrehungsgeschwindigkeit des Markierungsträgers gegenüber der Umdrehungsgeschwindigkeit des Lenkstocks so niedrig sein muß, daß nach dem Zurücklegen aller Umdrehungen durch den Lenkstock der Markierungsträger nur eine einzige Umdrehung zurücklegen darf. Es versteht sich, daß bei einem derart großen zu messenden Winkelbereich in der Regel die gemessene Winkelgenauigkeit geringer sein wird. Dabei kann sich empfehlen, ein gegenüber den anderen Markierungsträgern abgeändertes Meßsystem anzuwenden, wie es beispielsweise in der Verwendung einer Widerstandsspur (Ohm'sches Meßprinzip) gegeben ist, welche durch den Sensorkopf abgetastet wird. Die Größe des

4

gemessenen Winkels bestimmt sich danach aus der durch den Sensorkopf abgetasteten Spannung bzw. des über den Sensorkopf fließenden Stromes. Dies hängt davon ab, welche Punkte des Meßsystems mit der Betriebsspannung he-

aufschlägt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 in skizzierter Form ein Lenkwinkelsensorsystem mit zwei Markierungsträgern, von denen der eine mittels zweier Sensorköpfe und der zweite mittels eines Sensorkopfes abgetastet wird und

Fig. 2 ein Prinzipschaltbild der Verarbeitung der Winkelsignale der Sensorköpfe.

In Fig. 1 ist schematisch ein Lenkstock 1 angedeutet, welcher gleichzeitig die Lenkachse der Fahrzeuglenkung bildet. Das am oberen Ende des Lenkstocks 1 starr befestigte Lenkrad ist in Fig. 1 nicht dargestellt. Ein mit dem Lenkstock 1 starr gekoppelter kreisförmiger flacher Markierungsträger 2 trägt eine in sich geschlossene kreisförmige Codespur 9, die von zwei Sensorköpfen 3, 4 abgetastet wird. Zu den Sensorköpfen 3 und 4 gehören jeweils eine Leseeinrichtung 5, 6 in Form einer CCD-Zeile und Lichtquellen 7, 8, die den Markierungsträger 2 im Bereich der Leseeinrichtungen 5, 6 von unten anstrahlen. CCD-Zeilen und Lichtquelle können auch vertauscht sein. Die Codespur ist wie bereits in der DE-OS 196 38 912.7 (P 8782) beschrieben, mit Ausnehmungen versehen, die die hellen Felder eines mehrschrittigen Codes bilden. Der Code kann aber auch in Form von hellen und dunklen Feldern auf die Codescheibe aufgedruckt sein, wobei die Scheibe dann von oben derart schräg beleuchtet sein muß, daß die Leseeinrichtungen 5 und 6 die hellen und dunklen Felder voneinander unterscheiden können und entsprechende Ausgangssignale abgeben können.

Wie aus Fig. 1 zu erkennen, sind die beiden Leseeinrichtungen 5 und 6 und dementsprechend auch die beiden Lichtquellen 7 und 8 in einem Winkel von  $\alpha$  versetzt oberhalb der gleichen Codespur 9 angeordnet, welche die Markierung auf den Markierungsträger 2 bildet. Für den Fall, daß die beiden Leseeinrichtungen 5 und 6 der Sensorköpfe 3 und 4 fehlerfrei arbeiten, müssen die Winkelsignale 10 (Fig. 2) am Ausgang der Leseeinrichtungen 5 und 6 und damit auch der Sensorköpfe 3 und 4 gemessene Winkelwerte ergeben, die sich um den Winkel ( $\alpha$ ) voneinander unterscheiden.

Mit dem Lenkstock 1 ist auch noch ein Getrieberad 10 starr gekoppelt, welches einen weiteren Markierungsträger 11 derart antreibt, daß diese sechs Umdrehungen zurücklegt, wenn das Getrieberad 11 eine einzige volle Umdrehung zurückgelegt hat. Der in der Fig. angedeutete weitere Sensor 12 kann nach dem gleichen Meßprinzip arbeiten, wie die beiden Sensorköpfe 3 und 4. Es ist aber auch vorteilhaft, hinsichtlich des Markierungsträgers 11 einen anderen, z. B. Ohm'schen Sensorkopf zu verwenden. In diesem Falle kann man auf die Lichtquelle 14 verzichten und die Leseeinrichtung ist ein einfacher Abtaster, der auf der als Ohm'sche Widerstandsspur ausgestalteten Markierungsspur 15 die winkelabhängige Spannung abtastet, die an zwei geeigneten Speisungspunkten in die Spur eingespeist werden muß, wobei selbstverständlich an dieser Stelle die Spur aufgetrennt sein muß.

Fig. 2 beschreibt das Prinzip der Verarbeitung der Winkelsignale 10 der Sensorköpfe 31 bis n. Die Sensorköpfe geben an ihren Ausgängen die Winkelsignale 10 auf die Leitungen L 31 bis Ln ab. Die ankommenden Signale werden beispielsweise zeitlich nacheinander in der Steuereinheit 18 abgerufen. Dabei können von der Steuereinheit 18 die einzelnen Sensorköpfe 31 bis n zur Abgabe ihrer Winkelinformationen aufgerufen werden, was durch einen zweiten, von der Steuereinheit 18 in Richtung der Sensorköpfe gerichteten

## DE 197 12 869 A 1

5

len Pfeil angedeutet ist. Die Steuereinheit vergleicht miteinander vergleichbare Meßergebnisse der Sensorköpfe, wobei bei Abweichungen auf einen Fehler bzw. auf einen fehlerhaft messenden Sensor geschlossen werden kann. Wird einer der Sensoren 31 bis n als fehlerhaft arbeitend ausgemacht, so werden dessen Meßergebnisse nicht mehr ausgewertet und ein entsprechendes Fehlersignal beispielsweise über den Datenbus 20 ausgegeben. Gleichzeitig wird über den Datenbus dann ein Ausgangssignal abgegeben, welches von einem anderen, fehlerfrei arbeitenden Sensorkopf abgeleitet ist. Der Datenbus 20 führt die vorverarbeiteten Ergebnisse der Lenkwinkelmessungen an eine nicht dargestellte übergeordnete Einheit, die beispielsweise eine Steer-by-Wire-Steuerung sein kann oder aber auch eine Regeleinrichtung zur Regelung der Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs.

Abschließend läßt sich so die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Systems kurz wie folgt beschreiben:

Die Information des über den Lenkwinkelsensor ermittelten Lenkradwinkels ist für verschiedene Systeme im Kraftfahrzeug erforderlich. Bezüglich der von den Systemen abhängigen erforderlichen Sicherheitsperformance wird zwischen der zuverlässigen Fehlererkennung und der permanenten Gewährleistung der korrekten Lenkwinkelsensorfunktion unterschieden.

In der vorliegenden Anmeldung ist ein Verfahren skizziert, das mittels der Verwendung mehrerer im Lenkwinkelsensor integrierter Sensorköpfe eine Erhöhung der Zuverlässigkeit des Sensorsystems erlaubt. Hiernit kann z. B. die bei "Steer by Wire" erforderliche hohe Sicherheitsanforderung (insb. jederzeit korrekte Winkelinformation) gewährleistet werden.

Entgegen der sonst üblichen Verwendung eines einzigen Sensorkopfes, besteht das System wenigstens aus zwei Einheiten. Die ermittelten Winkelinformationen werden von der ECU i.d.R. über ein Bussystem übergeordneten Systemen zur Verfügung gestellt.

Jeder einzelne Sensorkopf hat die Aufgabe der Zentraleinheit (ECU) Signale zur Verfügung zu stellen, aus denen autark die Winkelinformation berechnet werden kann. Diese jedem Sensorkopf zugeordneten Winkelinformationen werden nach der parallelen Berechnung in der ECU gegenübergestellt. Stimmen sie überein, wird die Winkelinformation übergeordneten Systemen korrekt zur Verfügung gestellt. Liegt ein Fehler in einem Sensorkopf vor, so ergibt dies eine Differenz bezüglich der errechneten Winkelinformationen. Der fehlerhafte Sensorkopf kann bei einem System mit mehr als zwei Köpfen sofort, bei einem Zweikopfsystem über die Fehlererkennungsmechanismen der Sensorköpfe lokalisiert werden. Der Vorteil dieses Prinzips ist, daß wie bisher nicht nur der Fehler erkannt und weitergeleitet wird, sondern daß über die weiteren Sensorköpfe vorläufig korrekte Winkel ausgegeben werden können (Notlaufeigenschaft).

Zur Kostenreduzierung bietet sich die Verwendung von Sensorköpfen unterschiedlicher Performance an. Es ist dabei ausreichend die geforderte Winkelauflösung mit nur einem Sensorkopf zu erreichen; für die restlichen Einheiten genügt im allgemeinen eine preisgünstige gröbere Auflösung.

Ist applikationsbedingt eine Umdrehungserkennung des Lenkrades gefordert, kann das Zählen der Lenkradumdrehungen mittels eines der verwendeten Sensorköpfe, in Verbindung mit einem geeigneten Getriebe, realisiert werden.

Werden für die einzelnen Sensorköpfe unterschiedliche physikalische Meßprinzipien zugrundegelegt, ist damit eine nochmalige Erhöhung der Zuverlässigkeit möglich. Da nämlich nicht zwingend eine auf den Funktionsausfall bezogene Korrelation zwischen den verschiedenen physikalischen Sensorprinzipien besteht, führt eine spezifische Stö-

6

örung nicht unbedingt zum Ausfall aller Sensorköpfe. Bei Ausfall eines Sensorprinzips, kann die Notlauffunktion von den anderen Sensorköpfen übernommen werden.

Ein heispielhafter Sensor besteht aus einer Codescheibe, deren Winkelinformation durch zwei voneinander unabhängigen, auf der CCD-Technologie basierenden Sensorköpfen abgetastet wird. Während bei korrekter Funktion die Winkeldifferenz zwischen den Ergebnissen der Sensorköpfe konstant ist, ergibt sich bei Fehlfunktion eines Sensorkopfes eine Differenzveränderung. Durch die Verwendung der CCD-Technologie sind sehr hohe Auflösungen erreichbar. Prinzipbedingt ergibt sich bei diesem Meßverfahren ein Winkelbereich von 0-360°. Bei "Überdrehung" des Lenkrades wiederholt sich der ermittelte Winkel gemäß der periodischen Fortsetzung.

Ergänzend zu der Feinwinkelermittlung mit der CCD-Technik, wird zur Umdrehungserkennung des Lenkrades ein dritter exemplarisch auf dem ohmschen Meßprinzip basierender Sensorkopf eingesetzt. Das Getriebe ist so dimensioniert, daß die max. mögliche Lenkraddrehung auf eine Umdrehung der Widerstand-Codescheibe transformiert wird. Bei z. B. Ausfall der gesamten optischen Sensorik kann dieser ohmsche Sensorkopf, als Notlauffunktion, die Signale der ECU zur Berechnung eines Winkels mit grober Auflösung bereitstellen.

## Patentansprüche

1. Lenkwinkelsensorsystem, bei dem wenigstens ein Sensorkopf (3, 4, 12) ein von der Drehbewegung des Lenkstocks (1) eines Fahrzeugs, insbesondere Kraftfahrzeugs, abhängiges Winkelsignal (10) einer Steuereinheit (18) zuführt, welche aus dem Winkelsignal (10) den absoluten und/oder relativen Winkelwert ermittelt und ein diesem Wert entsprechendes Ausgangssignal (20) einem übergeordneten System als Eingangssignal zur Verfügung stellt, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Sensorköpfe (L31, L32, Ln), welche im wesentlichen parallel ihre Winkelsignale (10) der Steuereinheit zuführen und die Steuereinheit (18) zumindest ein erstes der Winkelsignale auf seine Richtigkeit überprüft und bei festgestellter Fehlerhaftigkeit den aus einem anderen Winkelsignal ermittelten Winkel dem übergeordneten System zur Verfügung stellt.
2. Lenkwinkelsensorsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Sensorköpfe (3, 4) vorgesehen sind, daß die Steuereinrichtung (18) beide Winkelsignale (10) auf ihre Richtigkeit überprüft und bei festgestellter Fehlerhaftigkeit des ersten Winkelsignals den aus dem zweiten Winkelsignal (10) ermittelten Winkelwert dem übergeordneten System zur Verfügung stellt.
3. Lenkwinkelsensorsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkelsignale (10) der Sensorköpfe (L31, L32, Ln) den festgestellten Drehwinkel mit unterschiedlicher Genauigkeit angeben und daß das erste Winkelsignal, das die größere Winkelmeßgenauigkeit beinhaltende Signal ist.
4. Lenkwinkelsensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorköpfe (3, 4, 12, L31, L32, Ln) die Drehbewegung nach unterschiedlichen physikalischen Meßprinzipien feststellen.
5. Lenkwinkelsensorsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Fehlerhaftigkeit der Winkelsignale (10) der Signalinhalte zumindest zweier Sensorköpfe (3, 4, 12, L31, L32, Ln) in der Steuereinheit (18) ausgewertet wird.

## DE 197 12 869 A 1

7

8

6. Lenkwinkelsensorsystem nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
mindestens zwei Sensoren (2, 3, 4, 9) vorgesehen sind,  
die jeweils einen ortsfesten Sensorkopf (3, 4) und einen  
mit dem Lenkstock (1) gekoppelten, drehenden, Mar-  
kierungen (9) besitzenden Markierungsträger (2) auf-  
weisen, wobei die Sensorköpfe (3, 4) mit Detektoren  
(5, 6) versehen sind, welche in Abhängigkeit von der  
Drehstellung bzw. Drehlage durch die Auswertung der  
detektierten Markierung (9) auf dem Markierungssträ-  
ger ihre Lenkwinkelsignale (10) ausgeben.

7. Lenkwinkelsensorsystem nach Anspruch 6, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Sensorköpfe (3, 4) in Verbin-  
dung mit den zugeordneten Markierungen (9) nach ei-  
nem optischen und/oder magnetischen und/oder induk-  
tiven und/oder ohmschen und/oder kapazitiven Meß-  
verfahren arbeiten.

8. Lenkwinkelsensorsystem nach Anspruch 7, dadurch  
gekennzeichnet, daß mindestens zwei Sensorköpfe (3,  
4) nach dem gleichen physikalischen Meßprinzip ar-  
beiten und deren zugehörige Markierungen (9) in Form  
von kreisförmig angeordneten Markierungsspuren auf  
dem gleichen Markierungsträger (2) angeordnet sind.

9. Lenkwinkelsensorsystem nach Anspruch 8, dadurch  
gekennzeichnet, daß mindestens zwei Sensorköpfe (3,  
4) im Winkel  $\alpha$  versetzt der gleichen Markierungsspur  
(9) zugeordnet sind.

10. Lenkwinkelsensorsystem nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
mindestens zwei Sensorköpfe (3, 4) nach einem opti-  
schen Meßprinzip arbeiten, wobei die Sensorköpfe (3,  
4) mit jeweils einer CCD-Zeile versehen sind.

11. Lenkwinkelsensorsystem nach einem der vorange-  
gangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die  
kreisförmigen Markierungsspuren (9) derart mit abso-  
luten Winkelwerten codiert sind, daß Winkelwerte zw-  
ischen  $0^\circ$  und  $360^\circ$  ablesbar sind und daß zumindest  
eine weitere Markierungsspur (15) vorzugsweise auf  
einem weiteren Markierungsträger (11) vorgesehen ist,  
welche aufgrund einer gegenüber den anderen Markie-  
rungsträgern (2) herabgestuften Umdrehungsge-  
schwindigkeit oder einander verschachtelter vorzugs-  
weise spiralförmig miteinander verbundener Markie-  
rungsspuren die Ablesung absoluter Winkelwerte bis  
zu einem mehrfachen Winkelbetrag des von den ande-  
ren Markierungsspuren ablesbaren Winkelbetrags  
( $360^\circ$ ) gestatten.

12. Lenkwinkelsensorsystem nach Anspruch 11, da-  
durch gekennzeichnet, daß ein die weitere Markie-  
rungsspur tragender Markierungsträger (11) in seiner  
Umdrehungsgeschwindigkeit mittels eines Getriebes  
(10, 11) auf insbesondere  $1/6$  der Umdrehungsge-  
schwindigkeit eines oder mehrerer anderer Markie-  
rungsträger (2) herabgestuft ist und die Markierung  
(15) aus insbesondere einer Widerstandsspur für einen  
elektrischen Strom besteht, die durch den weiteren  
Sensorkopf (12) abgelesen wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

## ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:  
Int. Cl. 6:  
Offenlegungstag:

DE 197 12 889 A1  
B 62 D 18/02  
1. Oktober 1998

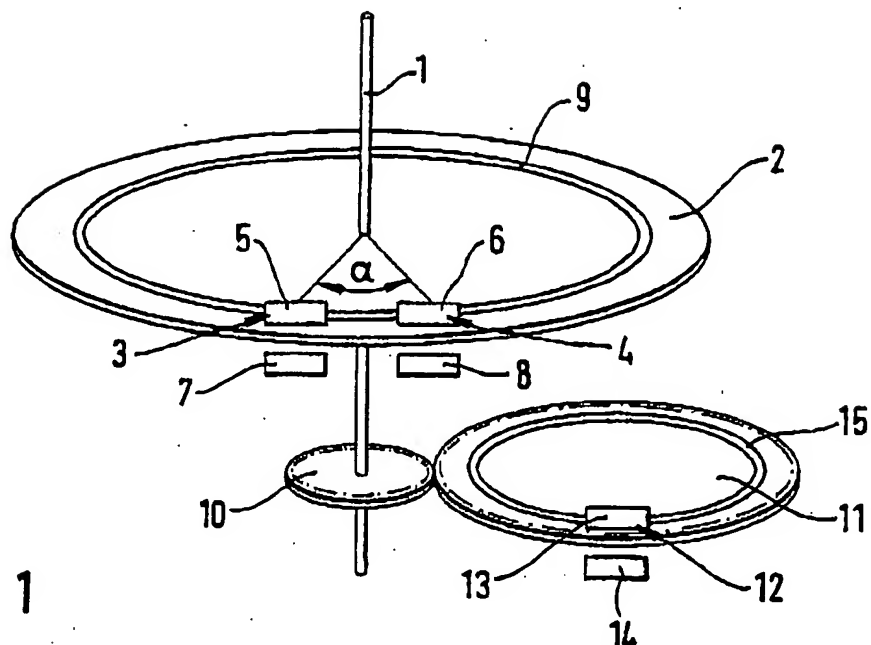


Fig. 1

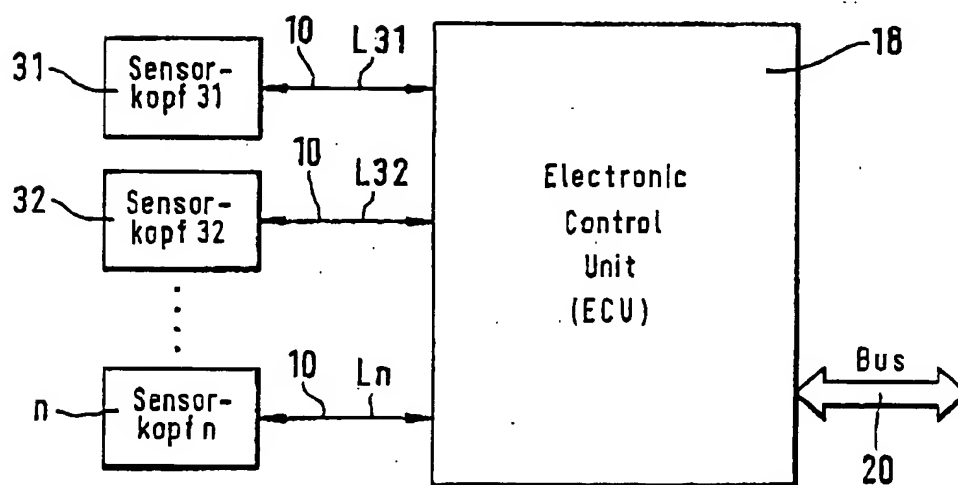


Fig. 2